1968
Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn
Alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Abdrucks, der Übersetzung und photomechanischen Wiedergabe.
Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

8/ 12691 Abo. 68 ab Heft 3
12,-

GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

BAND 9
HEFT 3

SEPTEMBER
1968

KURZTITEL
GrKG 9/3

Herausgeber

MAX BENSE, Stuttgart, GERHARD EICHHORN †, HARDI FISCHER, Zürich
HELMAR FRANK, Berlin, GOTTHARD GÜNTHER, Champaign/Urbana (Illinois)
RUL GUNZENHÄUSER, Esslingen/Stuttgart, ABRAHAM A. MOLES, Paris
PETER MÜLLER, Karlsruhe, FELIX VON CUBE, Berlin, ELISABETH WALTHER, Stuttgart

Schriftleiter Prof. Dr. Helmar Frank

INHALT

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.

Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.
Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.
Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.
Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug durch Buchhandel oder Verlag.
Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleitung

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances métodologiques appelées cybernetique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement.

Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce dévéloppement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des reseaux éléctriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la litérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnés. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spezial) L'envoi et la couverture du tome complèt (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.
Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle
Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Rédacteur en chef

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodologica- tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.

The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32–48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.
Price: DM 4.80 per number (and spezical number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

Editor

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

TEXTCHARAKTERISTIKEN LATEINISCHER HISTORISCHER BERICHTE, RHETORIKEN UND DRAMEN

von Joachim Thiele, Uetersen

I. Charakteristiken von Caesars ´De Bello Gallico´ und ´De Bello Civili´, Ciceros ´De Inventione´ und der Schrift ´Ad Herennium´.

In den folgenden Tabellen sind die mittlere Satzlänge $\bar{j}$, die mittlere Silbenzahl pro Wort $\bar{i}$ und die mittlere Länge der Ketten aus gleichsilbigen Wörtern $\bar{r}$ für ausgewählte Abschnitte aus den Kommentaren Caesars und zwei lateinischen Rhetoriken genannt. (Die Bestimmung der Satzlänge erfolgte bei den Texten Caesars nach der Einteilung in der Ausgabe C. Nipperdeys, bei den anderen Texten wurden die Zeichen . und ? in den benutzten Ausgaben als Satzgrenzen angesehen.)

Diese Zählungen sind, ebenso wie die unter II. gegebenen Daten, als Vorarbeiten für größere, nur mit Maschinen auszuführende Untersuchungen gedacht, die das Gesamtwerk der wichtigsten klassischen Autoren auf formale Eigentümlichkeiten hin zu analysieren hätten.

Es zeigte sich, daß das dem A. Hirtius zugeschriebene 8. Buch von ´De Bello Gallico´ $\bar{i}$-Werte aufweist, die von denen der Bücher 1 bis 4 deutlich verschieden sind.

	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
CAESAR				
De Bello Gallico [1]				
I,1 - 4,2 (+	541	23,5	2,55	1,26
I,12 - 14,7	505	24,0	2,48	1,25
I,16,1 - 18,9	420	21,0	2,50	1,27
II,25,1 - 28,2	454	30,3	2,57	1,29
III,5 - 8,5	472	24,8	2,55	1,33
IV,1 - 4,3	447	19,4	2,42	1,26
IV,10 - 13	527	22,9	2,55	
IV,16 - 18	463	21,0	2,68	
IV,22 - 25,4	545	27,2	2,50	
IV,30 - 34	532	28,0	2,48	

(+ Buch, Kapitel, Satz in der Ausgabe [1]

N = Anzahl der Wörter des Textabschnitts

Fortsetzung von De Bello Gallico [1]

	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
V,1 - 3,5	425	23,6	2,62	1,26
VI,1 - 5,3	439	20,0	2,69	1,20
VII,1 - 4,5	434	24,1	2,68	1,27
VII,14 - 17	537	19,9	2,74	
VII,22 - 25	477	25,1	2,62	
VII,32 - 36,1	552	29,0	2,63	
VII,42 - 45	506	19,5	2,62	
VII,57 - 61,3	469	20,4	2,74	
VII,69 - 72	448	16,6	2,66	
VII,79 - 82	509	22,1	2,62	
	Mittel-	23,1	2,60	1,26
	werte (°	± 3,7	± 0,09	± 0,03
VIII,1 - 3,4	485	27,0	2,72	1,29
VIII,9 - 12,9	438	29,2	2,79	1,28
VIII,24 - 27,4	437	31,2	2,67	1,26
VIII,48 - 50,4	437	24,2	2,70	1,29
		27,9	2,72	1,28
		± 3,7	± 0,05	± 0,01

De Bello Civili [1]

	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
I,1 - 4,2 (+	433	20,6	2,62	1,23
I,15 - 18,4	423	22,3	2,68	
II,1 - 4	396	22,0	2,68	1,23
II,17 - 19	466	31,1	2,64	
III,1 - 4,2	370	28,5	2,74	1,23
III,15 - 17,4	424	25,0	2,48	
III,41 - 43	391	28,0	2,67	1,28
III,59 - 61	394	32,8	2,55	
III,78 - 79	391	30,0	2,70	
III,100 - 102,1	381	31,8	2,58	1,23
		27,2	2,63	1,24
		± 4,9	± 0,07	± 0,01

(° in den angegebenen Intervallen liegen jeweils ~ 75 % der Werte

(+ Buch, Kapitel, Satz in der Ausgabe [1]

CICERO De Inventione [2]	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
I 2,1 - 8,22(o	603	31,8	2,57	1,29
36,4 - 42,1	499	21,7	2,48	
60,4 - 64,15	466	20,3	2,36	1,37
78,3 - 82,22	482	19,3	2,30	
102,25 - 108,14	528	19,6	2,54	
124,19 - 130,4	493	26,0	2,33	
II 166 - 170,21	482	24,2	2,54	1,27
212,18 - 218,8	493	20,8	2,48	
248,14 - 254,2	476	23,8	2,30	
284,7 - 288,17	475	26,4	2,38	1,32
312,5 - 316,15	447	29,8	2,30	
340,10 - 344,21	447	24,8	2,34	
		24,0	2,41	1,31
		± 4,7	± 0,11	± 0,04

AD HERENNIUM [3]	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
I 192,11 - 195,10(o	530	28,0	2,47	1,24
195,19 - 198,15	557	27,8	2,38	
201,1 - 203,22	442	14,3	2,56	
II 209,1 - 213,17	690	23,8	2,60	1,25
216,1 - 218,19	519	24,8	2,48	
228,8 - 231,3	500	20,8	2,41	
III 255,1 - 258,21	573	20,5	2,62	1,31
267,1 - 270,4	544	24,8	2,60	
283,6 - 286,10	541	28,5	2,50	
IV 288,1 - 291,3	531	23,1	2,31	1,31
299,5 - 301,21	507	22,0	2,50	
V 312,12 - 315,11	448	13,2	2,45	1,31
323,9 - 326,18	495	13,0	2,44	
347,1 - 350,10	503	19,4	2,55	
368,18 - 371,20	521	16,8	2,38	
		21,4	2,48	1,28
		± 7,1	± 0,10	± 0,03

(o Seite, Zeile der Ausgaben [2] bzw. [3]

II. Charakteristiken einiger Dramen des Plautus und des Seneca

			N	$\bar{i}$	$\bar{r}$
PLAUTUS [4]					
Amphitruo					
Vers	1 - 49	Prolog	311	2,15	1,30
	50 - 99	Prolog	307	2,24	1,22
	100 - 152	Prolog	362	2,08	1,36
	153 - 194		398	2,23	1,35
	195 - 243		342	2,36	1,39
	244 - 321		360	2,21	1,33
	463 - 520		392	2,22	1,34
	813 - 860		417	2,02	1,39
	1090 - 1143		398	2,30	1,45
				2,20	1,35
				±0,10	±0,06
Poenulus					
	1 - 61	Prolog	362	2,27	1,31
	62 - 128	Prolog	466	2,26	1,31
	192 - 247		327	2,21	1,29
	435 - 494		372	2,21	1,39
	504 - 562		451	2,18	1,35
	1338 - 1397		402	2,08	1,34
	1398 - 1422		231	2,02	1,36
				2,18	1,34
				±0,10	±0,03
Menaechmi					
	1 - 36	Prolog	209	2,38	1,37
	37 - 76	Prolog	254	2,33	1,32
	77 - 119		290	2,18	1,39
	449 - 496		333	2,22	1,48
	559 - 601		307	2,15	1,40
				2,25	1,39
				±0,10	±0,07

PLAUTUS [4]			N	$\bar{i}$	$\bar{r}$
Cistellaria					
Vers 1	-	50	382	2,14	1,35
98	-	148	407	2,12	1,50
149	-	202	339	2,27	1,30
203	-	250	312	2,18	1,36
536	-	598	426	2,19	1,30
653	-	704	447	2,04	1,40
				2,16	1,37
				± 0,08	± 0,07
Bacchides					
170	-	229	393	2,16	1,45
368	-	413	363	2,22	1,36
574	-	629	415	2,22	1,41
854	-	912	416	2,07	1,35
925	-	974	346	2,26	1,35
976	-	999	198	2,06	1,51
1000	-	1035	251	2,02	1,44
1036	-	1062	197	2,06	1,36
1130	-	1169	365	1,99	1,34
				2,12	1,40
				± 0,10	± 0,06

SENECA [5]	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
Hercules Oetaeus				
Vers 104 - 172	359	20,0	2,28	1,31
278 - 331	323	14,0	2,16	1,38
485 - 549	381	19,1	2,20	1,43
583 - 667	378	18,0	2,22	1,40
934 - 996	384	13,7	2,14	1,34
		17,0	2,20	1,37
		± 3,0	± 0,06	± 0,05
Thyestes				
1 - 50	295	22,7	2,22	1,37
151 - 214	360	15,6	2,25	1,40
336 - 420	355	25,4	2,16	1,32
546 - 622	365	22,8	2,28	1,39
750 - 812	339	14,7	2,27	1,35
		20,3	2,24	1,37
		± 5,1	± 0,05	± 0,03
Agamemnon				
1 - 56	325	15,0	2,19	1,52
162 - 225	375	13,9	2,25	1,29
456 - 527	429	14,8	2,18	1,42
659 - 758	362	15,1	2,28	1,34
867 - 924	334	13,4	2,28	1,42
		14,4	2,24	1,40
		± 0,7	± 0,05	± 0,08
Phoenissae				
1 - 50	300	15,8	2,19	1,40
80 - 139	362	12,5	2,16	1,39
231 - 294	381	14,6	2,24	1,39
363 - 419	347	15,8	2,20	1,33
500 - 557	357	18,8	2,13	1,35
		15,5	2,18	1,37
		± 3,0	± 0,05	± 0,03

SENECA [5]	N	$\bar{j}$	$\bar{i}$	$\bar{r}$
Medea				
Vers 1 - 55	306	15,3	2,30	1,44
56 - 115	275	17,2	2,42	1,57
116 - 160	264	12,0	2,25	1,36
236 - 280	262	13,8	2,26	1,51
301 - 379	331	20,7	2,31	1,37
396 - 476	448	9,1	2,32	1,43
579 - 669	382	19,1	2,40	1,41
670 - 739	392	19,6	2,34	1,36
752 - 842	415	18,0	2,31	1,36
893 - 977	506	10,5	2,20	1,33
		15,5	2,31	1,41
		± 4,1	± 0,07	± 0,08
Hercules Furens				
1 - 63	363	20,2	2,25	1,37
205 - 267	359	18,0	2,32	1,39
895 - 938	243	17,2	2,28	1,41
939 - 1002	362	11,1	2,26	1,35
1054- 1137	360	27,7	2,26	1,41
1138-1186	287	10,3	2,18	1,43
		17,4	2,26	1,39
		± 6,4	± 0,05	± 0,04
Octavia				
1 - 71	324	20,2	2,28	1,37
100 - 173	431	23,9	2,29	1,46
196 - 269	381	25,4	2,30	1,40
273 - 360	370	16,8	2,28	1,33
377 - 437	341	31,0	2,26	1,46
462 - 532	402	21,2	2,28	1,47
593 - 645 (606 - 631)	296 (138)	22,8	2,32 (2,42)	1,46
690 - 761	400	17,6	2,29	1,38
792 - 845	288	19,2	2,27	1,42
877 - 983	465	14,1	2,19	1,38
		21,2	2,28	1,41
		± 4,8	± 0,03	± 0,05

III. Entsprechungen zwischen Charakteristikenwerten und inhaltlicher Charakterisierung

Nach den ersten Veröffentlichungen von Wilhelm Fucks mit Vorschlägen zur numerischen Charakterisierung formaler Eigenschaften von Texten hat es an Versuchen, weitere Textcharakteristiken anzugeben und deren praktischen Wert nachzuweisen nicht gefehlt. Entsprechungen zwischen den Zahlen- und inhaltlichen Charakteristiken einzelner Textabschnitte aufzuzeigen, ist bisher jedoch nicht unternommen worden.

Im folgenden sind die $\bar{i}$- und $\bar{r}$-Werte einiger Abschnitte aus Dramen Senecas und Plautus´ und deren kurze verbale Kennzeichnung durch Altphilologen, die die numerischen Daten nicht kannten, gegenübergestellt.

Ich danke Herrn Prof. Dr. G. Maurach, z. Z. Pretoria, und Herrn Dr. B. Seidensticker, Hamburg, für ihre Hilfe bei dieser Arbeit.

	$\bar{i}$	$\bar{r}$	
PLAUTUS			
Amphitruo			
Vers 195 - 243	2,36	1,39	Schlachtbericht in episch-schwerem Stil
244 - 321	2,21	1,33	Dialog ohne besonderen Affekt
813 - 860	2,02	1,39	Erregter Dialog
1090 - 1143	2,30	1,45	Bericht in getragener Sprache (in Dialogform)
Bacchides			
854 - 912	2,07	1,35	Erregter Dialog
925 - 974	2,26	1,35	Gespreizte Arie
976 - 1062	2,04	1,43	Erregter Dialog
1130 - 1169	1,99	1,34	Heftige Spottrede, erregtes Gespräch
SENECA			
Hercules Oetaeus			
104 - 172	2,28	1,31	Klagelied der Gefangenen
278 - 331	2,16	1,38	erregter Dialog
583 - 667	2,22	1,40	Chorlied, ruhig-sententiös
934 - 996	2,14	1,34	erregte Rede

Schrifttumsverzeichnis

[1] Caesar — C. IVLII CAESARIS Commentarii cum supplementis A. Hirtii et aliorum .., ed. Carolus Nipperdeius. Lipsiae 1847

[2] Cicero — De Inventione ... With an English transl. by H. M. Hubbell. Cambridge/Mass. ... 1949. (Loeb Classical Library Vol. 386)

[3] Marx, Friedrich (Ed.) — Incerti Auctoris de ratione dicendi AD C. HERENNIUM LIBRI IV. < M. Tulli Ciceronis ad Herennium Libri VI > edidit Fridericus Marx. Lipsiae 1894

[4] Plautus — [Plays], with an English transl. by Paul Nixon. Vol. 1, 2, 4. London... 1956, 1959. (Loeb Classical Library Vol. 60, 61, 260)

[5] Seneca — Seneca´s Tragedies, with an English transl. by Frank Justus Miller. Vol. 1, 2. London 1953. (Loeb Classical Library Vol. 62, 78)

Eingegangen am 12. Juni 1968

Anschrift des Verfassers:
Dr. Dr. Joachim Thiele, 2082 Uetersen, Herderstr. 1

ZUR FORMALISIERUNG VON LERNBEGRIFFEN (V)

- Zum Begriff der optimalen Prognosefähigkeit -

von Karl Eckel, Frankfurt/Main

1. Vorbemerkung

In dem Beitrag 'Zur Formalisierung von Lernbegriffen (III)' (Eckel, 1966 a) wurde als Hauptanliegen einer Lernwissenschaft folgendes angegeben:

(A) Das Anfangsverhalten einer Adressatengesamtheit, auf die ein (Unterrichts-) Programm einwirkt, so zu beschreiben, daß das Endverhalten der Adressaten vorausgesagt werden kann.
(Bereits an anderer Stelle (Eckel, 1965) wurde darauf hingewiesen, daß der Terminus 'Programm' in unserer Sprechweise sehr allgemein zu verstehen ist: als etwas, was auf eine Adressatengesamtheit einwirkt; z.B. ein Unterrichtsprogramm, eine Reklamesendung im Fernsehen, eine Ohrfeige, eine medizinische Therapie usw.)

Wir wollen dieses etwas vage und wohl auch zu wenig fordernde Postulat jetzt verschärfen:

(B) Die Beschreibung des Anfangsverhaltens soll derart erfolgen, daß das Endverhalten möglichst gut vorausgesagt (prognostiziert) werden kann. -

Während das Postulat (A) lediglich die Existenz einer Matrix von Übergangswahrscheinlichkeiten $\{E_{ij}\}$ verlangt (Eckel, 1967), impliziert (B) weitergehende Forderungen; diese sind Gegenstand dieses Beitrags.

2. Zur Prognosefähigkeit von Anfangszuständen (z_j)

2.1 Prognosefähigkeit $\hat{P}$ für die Zufallstichprobe

Ein Anfangszustand - z.B. die richtige Beantwortung einer Frage des Anfangstests - ist um so 'prognosefähiger' desto besser er das auf dem Endzustandssystem beschriebene Endverhalten determiniert (Eckel, 1968). Zur Erläuterung diene ein Beispiel: f_1 und f_2 seien zwei Fragen des Anfangstests. Wir erhalten unter anderem folgende Anfangszustände:

$z_1 = f_1^{(+)}$: Falsche Beantwortung der 1. Frage

$z_2 = f_1^{(-)}$: Richtige Beantwortung der 1. Frage

$z_3 = f_2^{(+)}$: Falsche Beantwortung der 2. Frage

$z_4 = f_2^{(-)}$: Richtige Beantwortung der 2. Frage

Das vollständige Endzustandssystem bestehe aus den Endzuständen z_1' und z_2'. Die zu z_1 bis z_4 gehörigen Spalten der $\hat{E}$-Matrix (Matrix von Übergangshäufigkeiten) mögen folgende Form haben:

	z_1
z_1'	$\hat{E}_{11} = 0$
z_2'	$\hat{E}_{21} = 1$

	z_2
z_1'	$\hat{E}_{12} = \frac{1}{2}$
z_2'	$\hat{E}_{22} = \frac{1}{2}$

	z_3
z_1'	$\hat{E}_{13} = \frac{1}{2}$
z_2'	$\hat{E}_{23} = \frac{1}{2}$

	z_4
z_1'	$\hat{E}_{14} = 1$
z_2'	$\hat{E}_{24} = 0$

$$\hat{E}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}$$

$$i = 1,2,3,\ldots,s';$$
$$j = 1,2,3,\ldots,s.$$

n_j: Anzahl der Adressaten, die im Anfangszustand z_j sind.

n_{ij}: Anzahl der Adressaten, die im Anfangszustand z_j und im Endzustand z_i' sind.

Das $\wedge$ in $\hat{E}_{ij}$ gibt an, daß es sich um eine Größe handelt, die aus einer Stichprobe ermittelt wurde. - Die durch z_1 und z_4 beschriebenen Verhaltensweisen determinieren das Endverhalten der betreffenden n_1 bzw. n_4 Adressaten (der insgesamt aus $\sum_{j=1}^{s} n_j = n$ Adressaten bestehenden Stichprobe) maximal: Weiß ich von einem der Lernenden (aus der Stichprobe), daß er gemäß dem Anfangstest in z_1 war, also die Frage f_1 richtig beantwortet hat, dann steht damit hundertprozentig fest, daß er beim Endtest im Zustand z_2' sein wird. Ebenso geht - gemäß der vierten Tabelle - ein z_4-Adressat mit Sicherheit in den Endzustand z_1' über. Falsche Beantwortung der 1. oder richtige Beantwortung der 2. Frage geben dagegen überhaupt keine Auskunft über das 'Schicksal' der betreffenden Adressaten: z_2- und z_3-Adressaten können genau so gut in den Zustand z_1' wie in den Zustand z_2' übergehen. Wir sagen deswegen: In der betreffenden Stichprobe besitzen die Zustände z_1 und z_4 maximale, z_2 und z_3 minimale Prognosefähigkeit bezüglich der Endzustände z_1' und z_2'. Wir vereinbaren: Die 'Prognosefähigkeit' eines Endzustandes z_j bezüglich eines voll-

ständigen Endzustandssystems Z' ist gleich der 'Determination' des auf Z' definierten Endverhaltens durch z_j. Ein Maß für diese Determination - und damit für die Prognosefähigkeit - wurde in einem früheren Beitrag (Eckel, 1968) angegeben:

$$(D_j =) \quad \hat{P}_j = 1 - \frac{\hat{H}_j}{\mathrm{ld}\, s'}$$

H_j: Shannonsche Entropie der j. Spalte der E-Matrix;

$$\hat{H}_j = - \sum_{i=1}^{s'} \hat{E}_{ij} \; \mathrm{ld}\, \hat{E}_{ij} \; .$$

(Nach McGill (1954) ist $\hat{H}_j$ eine Likelihoodschätzung von $H_j = -\sum_{i=1}^{s'} E_{ij}\, \mathrm{ld}\, E_{ij}$.)

Wegen

$$0 \leq \hat{H}_j \leq \mathrm{ld}\, s'$$

gilt

$$0 \leq \hat{P}_j \leq 1.$$

Für unsere Beispiele gilt: $\hat{P}_1 = 1$, $\hat{P}_2 = 0$, $\hat{P}_3 = 0$, $\hat{P}_4 = 1$.

2.2 Prognosefähigkeit für die Grundgesamtheit, aus der die Zufallsstichprobe gezogen wurde.

2.2.1 Zufallsgröße und statistische Schlußweise

Bei allen bis jetzt besprochenen Begriffen handelt es sich um Größen, die durch Stichproben bestimmt wurden, also mehr oder weniger vom Zufall abhängen. Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik ist es, diese 'Abhängigkeit vom Zufall' zahlenmäßig zu erfassen (und nicht auch diese 'Abhängigkeit vom Zufall' dem Zufall zu überlassen). Das geschieht unter anderem dadurch, daß man Annahmen über "Elementar-Wahrscheinlichkeiten" einfacher Zustände (Elementarereignisse) macht, hieraus Schlüsse zieht und schließlich diese Schlüsse an der Erfahrung (im Experiment) prüft. Da diese wahrscheinlichkeitstheoretischen Schlüsse keine 'sicheren' Prognosen für die Empirie liefern können, fordert man eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit dieser Prognosen (über 95 %) - man geht also ein gewisses, geringes Risiko ein, sich zu irren. Solche

Schlüsse - die z.B. 99%-ig sichere Aussagen über die empirische Welt machen - können an der Erfahrung scheitern, oder nicht scheitern. Im ersten Fall sind dann die Annahmen über die Elementarwahrscheinlichkeiten (mit 99 %-iger Sicherheit) widerlegt. (Im letzteren Fall sind sie nicht widerlegt, d.h. jedoch nicht, daß die Grundannahmen bestätigt seien.)

2.2.2 Vertrauensgrenzen für den Parameter der Binomialverteilung

Was sagen uns die in einer Stichprobe gemessenen Übergangshäufigkeiten $\hat{E}_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_j}$ bezüglich der (großen) Gesamtheit, aus der die Stichprobe gezogen wurde? Wir wissen, daß die Häufigkeit n_{ij} des Vorkommens eines Merkmals binomial verteilt ist. D.h. die Wahrscheinlichkeit, bei n_j Versuchen (die sich nicht gegenseitig beeinflussen) das betreffende Merkmal genau n_{ij}-mal anzutreffen, beträgt:

$$W(p, n_j, n_{ij}) = \binom{n_j}{n_{ij}} p^{n_{ij}} (1-p)^{n_j - n_{ij}} ,$$

wobei p die Wahrscheinlichkeit ist, das betreffende Merkmal bei einem einzigen Versuch (1-mal) anzutreffen.

Die Wahrscheinlichkeit, das p-Merkmal mindestens n_{ij}-mal anzutreffen, beträgt

$$\sum_{k=n_{ij}}^{n_j} W(p, n_j, k) = \sum_{k=n_{ij}}^{n_j} \binom{n_j}{k} p^k (1-p)^{n_j - k}$$

Verlangen wir nun eine bestimmte, im allgemeinen große Sicherheitswahrscheinlichkeit dafür, daß das p-Merkmal bei n_j Versuchen mindestens n_{ij}-mal auftritt, so wird p durch das Tripel (β, n_{ij}, n_j) "festgelegt". Es ergeben sich Intervalle für p, deren Länge

(i) $$\underline{p}(\beta, n_{ij}, n_j) \leqq p \leqq \overline{p}(\beta, n_{ij}, n_j)$$

mit wachsendem β monoton abnimmt. Diese Intervalle Δp heißen nach Clopper und Pearson (1934) 'Vertrauensintervalle'. Wurde vor den n_j Versuchen (der Stichprobe des Umfangs n mit n_j Adressaten im Anfangszustand z_j) eine An-

nahme über p gemacht, die dem Intervall (i) nicht entspricht, so ist die Annahme gemäß dem unter 2.2.1 Gesagten zu verwerfen. $\underline{p}$ und $\overline{p}$ heißen untere bzw. obere Vertrauensgrenze des Parameters p. Clopper und Pearson haben (1934) graphische Darstellungen gegeben, mit deren Hilfe Vertrauensgrenzen von p zur Sicherheitswahrscheinlichkeit 95 % und 99 % abgelesen werden können. Bunke hat neuerdings (1959/60) ausführliche numerische Tafeln für die Vertrauensgrenzen von p aufgestellt. Es seien hier einige Beispiele genannt (Pfanzagl (1967)):

$\beta = 0,95$

$n_j = 5$

n_{ij}	$\underline{p}$	$\overline{p}$
0	0	0,485
1	0,020	0,665
3	0,235	0,894
5	0,515	1,000

$n_j = 20$

n_{ij}	$\underline{p}$	$\overline{p}$
0	0	0,145
1	0,005	0,223
10	0,289	0,711
20	0,855	1,000

$n_j = 100$

n_{ij}	$\underline{p}$	$\overline{p}$
0	0	0,036
5	0,020	0,113
50	0,398	0,602

2.2.3 Beispiele für Vertrauensgrenzen von Entropie und Prognosefähigkeit

Die in 2.1 definierte Stichprobenprognosefähigkeit $\hat{P}_j$ des Anfangszustands z_j kann sehr groß - nahe bei eins - sein, ohne daß dem eine besondere Bedeutung zukommen müßte. Entscheidend ist die "Prognosefähigkeit für die Gesamtheit": P_j. Zur Erläuterung dieses Begriffs seien einige Beispiele gebracht (vergleiche auch Beispiele aus 2.1!).

		z_1 $(n_1 = 5)$
(a)	z_1'	$n_{11} = 0$ $\hat{E}_{11} = 0$
	z_2'	$n_{21} = 5$ $\hat{E}_{21} = 1$

Gemäß der Tabelle in 2.2.2 folgt mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit, daß die Übergangswahrscheinlichkeit E_{11} zwischen 0 und 0,485 und die Übergangswahrscheinlichkeit E_{21} zwischen 0,515 und 1 liegt:

$$0 \leq E_{11} \leq 0,485$$
$$0,515 \leq E_{21} \leq 1.$$

Zwischen welchen Werten liegt nun die Gesamtheits-Entropie H_1? Wir müssen aus den beiden Intervallen die beiden Wertepaare suchen (mit a. W.: die beiden Verteilungen bilden), die die kleinste bzw. die größte Entropie H_1 liefern. Das sind

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{bzw.} \quad \begin{pmatrix} 0,485 \\ 0,515 \end{pmatrix}$$

$$H_{1,max} = - 0 \text{ ld } 0 - 1 \text{ ld } 1 = 0;$$

$$H_{1,min} = - 0,485 \text{ ld } 0,485 - 0,515 \text{ ld } 0,515.$$

$H_{1,min}$ ist nur geringfügig kleiner als 1. Für die Prognosefähigkeit P_1 des Anfangszustandes z_1 unsres Beispiels (a) folgt

$$\varepsilon \leq P_1 \leq 1,$$

wobei ε nur geringfügig größer als 0 ist. Trotz idealer Stichproben-Prognosefähigkeit: $\hat{P}_1 = 1$, ergibt sich eine nur sehr geringe Prognosefähigkeit $P_1 \approx 0$ für die Gesamtheit (mit der Wahrscheinlichkeit von 95 %).

Beispiel (b)

$n_2 = 100$	
$\hat{E}_{12} = \frac{1}{2}$	$n_{12} = 50$
$\hat{E}_{22} = \frac{1}{2}$	$n_{22} = 50$

Die Vertrauensgrenzen für E_{12} und E_{22} sind natürlich die gleichen:

$$0,398 \leq E_{i2} \leq 0,602; \qquad i = 1,2.$$

Die zur minimalen bzw. maximalen Entropie gehörenden Verteilungen sind demnach

$$\begin{pmatrix} 0,398 \\ 0,602 \end{pmatrix} \quad \text{bzw.} \quad \begin{pmatrix} 0,5 \\ 0,5 \end{pmatrix}$$

Für die minimale Prognosefähigkeit

$$P_{j,min} = \frac{1}{ld\ 2} \left[1 - (- 0,5\ ld\ 0,5 - 0,5\ ld\ 0,5) \right]$$
$$= 0$$

erhalten wir also das gleiche wie in Beispiel (a).

Beispiel (c)

$n_3 = 20$	
$\hat{E}_{13} = 0$	$n_{13} = 2$
$\hat{E}_{23} = 1$	$n_{23} = 18$

Für die Vertrauensgrenzen der Übergangswahrscheinlichkeiten folgt:

$$0,025 \leqq E_{13} \leqq 0,293$$
$$0,707 \leqq E_{23} \leqq 0,975 .$$

Aus diesen Intervallen ergibt sich für die minimale Prognosefähigkeit die Verteilung

$$\begin{pmatrix} 0,293 \\ 0,707 \end{pmatrix}$$

$$P_{3,min} = 1 + \frac{1}{ld\ 2} \left\{ 0,293\ ld\ 0,293 + 0,707\ ld\ 0,707 \right\}$$
$$\approx 0,1 .$$

Nach Kullback (1959) S. 378, Tabelle für den "Informationsgewinn" $F(p_1, p_2)$:

$$F(p_1, p_2) = p_1 \ln \frac{p_1}{p_2} + (1 - p_1) \ln \frac{1 - p_1}{1 - p_2}$$

folgt mit $p_2 = \frac{1}{2}$ und $p_1 = p$ für die Entropie

$$H^*(p) = - p \ln p - (1-p) \ln (1-p)$$
$$H^*(p) = - F(p, \tfrac{1}{2}) + \ln 2.$$

Für $P_{3,min}$ ergibt sich

$$P_{3,min} = 1 - \frac{H^*}{\ln 2} = \frac{F(p, \frac{1}{2})}{\ln 2} \approx 1,4 \cdot F(p, \frac{1}{2}) \approx 1,4 \cdot 0,08 \approx 0,1.$$

Wir haben also hier zum ersten Mal den Fall, daß auch die minimale Prognosefähigkeit für die Gesamtheit, $P_{1,min}$, deutlich größer als 0 ist.

2.2.4 Zur Maximierung der minimalen Prognosefähigkeit P_{min}.

Welche Eigenschaften müssen Anfangszustände z_{opt} haben, damit ihre minimale (die der unteren Vertrauensgrenze entsprechenden) Prognosefähigkeit P_{min} möglichst groß wird? Die Prognosefähigkeit von z_j ist bestimmt dann groß, wenn

(I) n_j groß ;

(II) die Spaltenverteilung von z_j möglichst ungleichmäßig ist, also eine kleine Entropie H_j hat.

Bedingung (II) bewirkt hohe Stichprobenprognosefähigkeit P_j; die Bedingungen (II) und (I) zusammen implizieren ein kleines Vertrauensintervall. Aus diesen beiden Folgerungen resultiert bei optimalem z die größte minimale: die optimale Prognosefähigkeit P_{opt} für die Gesamtheit.

Nun dürften aber in der Regel die Forderung (I) und (II) komplementär sein. Denn großes n_j impliziert im allgemeinen größere Inhomogenität der Adressaten in z_j. $n_j \ll n$ kann so interpretiert werden, daß der Vortest die Adressatenstichprobe scharf selektiert; dies wiederum läuft auf eine geringere Determination des Endverhaltens hinaus. Es ergibt sich demnach folgendes Optimalisierungsproblem: n_j (z_{opt}) darf

einerseits nicht zu klein
andererseits aber auch nicht zu groß

sein, um ein übermäßiges Anwachsen der Entropie $\hat{H}_j$ zu vermeiden.

Wir können also die zum Anfangstest gehörenden $2^{(2^r)}$ Zustände (bezüglich einer bestimmten Stichprobe des Umfangs n aus einer bestimmten Gesamtheit, einem bestimmten Programm - und eines bestimmten Zustandssystems Z' des Endtests T') in der Reihenfolge ihrer optimalen Prognosefähigkeit P_{opt} ordnen. (Natürlich können mehrere Zustände die gleiche optimale Prognosefähigkeit haben.)

3. Zur Definition des optimalen, vollständigen Anfangszustandssystems

Die Möglichkeit die $2^{(2^r)}$ Zustände der Menge der Anfangszustände gemäß ihrer optimalen Prognosefähigkeit zu ordnen, stellt noch keine Lösung der im Abschnitt 1 gestellten Aufgabe dar. Diese lautet: Eine vollständige Beschreibung des Anfangsverhaltens derart zu finden, daß das Endverhalten möglichst gut vorausgesagt werden kann.

Eine vollständige Verhaltensbeschreibung besteht in der Angabe eines vollständigen Zustandssystems.

(Anmerkung:

Insgesamt gibt es zu r Fragen mit je zwei Antworten

$$T_n = \frac{1}{e} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{k^n}{k!} \qquad (n = 2^r)$$

vollständige Zustandssysteme (Rényi, 1961).)

Das ist eine Menge von Zuständen derart, daß 1. keine - aufgrund des betreffenden Tests - mögliche Verhaltensweise ausgelassen wird und daß zweitens keine zwei dieser Verhaltensweisen sich überlappen. (Der Begriff 'vollständig' beinhaltet also: 'vollständige Erfassung' und 'vollständige Trennung'.) Zur Erläuterung ein Beispiel. Der Anfangstest bestehe aus 10 Fragen: $f_1, \ldots, f_{10}$. Ein vollständiges Zustandssystem bilden dann z. B.

$$f_1^{(+)} \quad \text{und} \quad f_1^{(-)}$$

Denn: wer die erste Frage nicht richtig beantwortet ($f_1^{(+)}$), beantwortet die erste Frage falsch oder überhaupt nicht ($f_1^{(-)}$). Es gibt also weder einen Adressaten, der in keinem der beiden Zustände ist, noch einen, der in beiden Zuständen sein könnte. Ähnliche 'einfache' vollständige Zustandssysteme liefern die übrigen Fragen:

$$(f_1^{(+)}; f_1^{(-)}), \ldots, (f_{10}^{(+)}, f_{10}^{(-)}).$$

Ein weniger grobes, vollständiges Zustandssystem ist folgendes:

$$(z_0, z_1, z_2, z_3, \ldots, z_{10}),$$

wobei z_ν der Zustand derjenigen Adressaten ist, die genau ν Fragen richtig beantwortet haben.

Die am meisten in Psychologie und Pädagogik verwendeten vollständigen Systeme beruhen auf dem "Punktesystem". Den Fragen $f_1, \ldots, f_r$ werden die Punktzahlen (Gewichte) $g_1, \ldots, g_r$ zugeordnet. Die höchste, erreichbare Punktzahl beträgt dann $\sum_{\nu=1}^{r} g_\nu = g$. Die Folge der kumulierten und der Größe nach geordneten Punktzahlen

$$g^{(1)}, g^{(2)}, g^{(3)}, \ldots, g^{(m)} = g$$

liefert dann die Basis für verschiedene vollständige (Zustands-)Punktsysteme.

Das feinmaschigste vollständige System bilden die sogenannten Elementarzustände (Eckel, 1966 b).

Als einfachstes Maß für die optimale Prognosefähigkeit P_{opt} des vollständigen Endsystems Z' schlagen wir den arithmetischen Mittelwert der Zustandsprognosefähigkeit $P_{j,opt}$ ($j = 1, 2, 3, \ldots, s$) vor:

$$P_{opt}(Z, Z') = \frac{1}{s} \sum_{j=1}^{s} P_{j,opt}$$

Wegen $0 \leqq P_{j,opt} \leqq 1$ folgt

$$0 \leqq P_{opt} \leqq 1.$$

Schrifttumsverzeichnis

Bunke, O. — Neue Konfidenzintervalle für den Parameter der Binomialverteilung
Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin/Math.-Nat.R. IX (1959/60)

Clopper, C.I.
Pearson, E.S. — The use of confidence or fiducial limits illustrated in the case of the binomial
Biometrika, Bd. 26, 1934

Eckel, K. — Zur Formalisierung von Lernbegriffen (I - IV)
Schnelle Verlag, Quickborn bei Hamburg
Teil I GrKG 5 (3/4) 1964
Teil II GrKG 6/2 1965
Teil III GrKG 7/1 1966 a
Teil IV GrKG 7/3 1966 c

Eckel, K. — Stichwörter "Lernzustand", "Lernwirkung" in: Lexikon der kybernetischen Pädagogik und der Programmierten Instruktion, Schnelle Verlag, 1966 b

Eckel, K. — Ein scorefreies Analogon zum Regressionskoeffizienten
GrKG, Bd. 9/1, Schnelle, 1968

Kullback, S. — Information Theory and Statistics
John Wiley & Sohn, New York, 1959

McGill, W. J. — Multivariate Information Transmission
Psychometrika - Vol. 19. No. 2,1954

Pfanzagl, J. — Allgemeine Methodenlehre der Statistik (I)
Walter de Gruyter & Co., Berlin 1967
(Sammlung Göschen Bd. 746/746 a)

Rényi, A. — Wahrscheinlichkeitsrechnung
VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1962

Eingegangen am 12. Juni 1968

Anschrift des Verfassers:
Oberstudienrat Karl Eckel, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 6 Frankfurt/Main 90, Schloßstr. 29-31

EIN KYBERNETISCHES MODELL DER KREATIVITÄT

von Herbert W. Franke, Kreuzpullach

1

Zu den Problemen, mit denen Lebewesen konfrontiert werden, gehören solche, bei denen die Zahl der gegebenen Parameter zur Lösung nicht ausreicht. Die zur Bewältigung solcher Aufgaben entwickelten Verhaltensweisen - die als kreative bezeichnet werden sollen - entziehen sich dem Vergleich mit logisch-deduktiven Automatenfunktionen. Ein kybernetisches Modell des kreativen Verhaltens muß daher auf prinzipiell andersartigen Funktionsprinzipien beruhen als der klassische Automat. In folgenden Punkten könnte es zur Klärung des Sachverhalts beitragen:

1 Begriffsbestimmung der Kreativität,
2 quantitative Fassung der kreativen Leistung,
3 biologische Entwicklung kreativer Systeme,
4 Konzeption der kreativen Maschine.

Sie betreffen so verschiedene Wissenschaften wie Neurologie, Verhaltensforschung, Psychologie, Linguistik, Ästhetik, Pädagogik, Automatentheorie.

1.1

Das Schulbeispiel für Kreativität ist das 'produktive Denken', die 'schöpferische Phantasie'; bei diesen Prozessen tritt der 'Einfall' anstelle des abgeleiteten Resultats. Dabei kann die Zuordnung zwischen der Lösung und dem Aufgabenschema etwa nach dem Schlüssel-Schloß-Prinzip erfolgen.

Die übergeordnete Verhaltensweise, die die kreative Problemlösung umfaßt, ist das Suchverhalten, die Appetenz der Ethologie. Gemeint ist das tastende Suchen zum Unterschied zum systematischen Forschen. Zu den Appetenzvorgängen gehören die Suche nach Nahrung, nach dem Geschlechtspartner, nach dem Nistplatz, das Sicherungs-, Durchmusterungs- und Orientierungsverhalten.

Typisch für das kreative Verhalten ist sein einleitender Charakter. Sobald eine mögliche Lösung fixiert und als relevant erkannt ist, wird es durch ein höher determiniertes Verhalten - logisch-deduktives Denken, Reflexkette, Endhandlung usw. - abgelöst. Diesem Schema entspricht die Lösungsmethode nach 'Versuch-Irrtum-Erfolg'.

1.2

Das Verhaltensrepertoire von Lebewesen hat sich unter dem Zwang von Konkurrenzen entwickelt. Problemlösende Handlungen sollen möglichst schnell zum

Ziel führen, um dem Konkurrenten oder Feind zuvorzukommen. Es ist daher aufschlußreich, es unter dem Aspekt der Spieltheorie zu betrachten.

Die dem Appetenz-Endhandlungs-Schema zugrundeliegende Situation entspricht jenem häufigen Spieltyp, bei dem dem eigentlichen, streng reglementierten Ablauf eine Suchphase vorgeschaltet ist; wer sie zuerst beenden kann (beispielsweise durch den Wurf einer 'Sechs' oder durch das Ziehen einer bestimmten Karte), gewinnt seinem Partner gegenüber einen oft entscheidenden Vorsprung.

Bei Suchvorgängen kommt es darauf an, aus einem Reizuntergrund relevante Zeichen herauszufinden. Jede Fixation, jede Abtastung ist als Spielzug aufzufassen. Der Treffer beendet die Einleitungsphase eines Spiels und leitet in die Hauptphase über, in der komplexe Strategien anwendbar sind. Die strategischen Anweisungen für die Suchphase dagegen sind beschränkt. Die triviale Forderung der Spieltheorie lautet, bei den Fixationsfolgen kein System zu gebrauchen, das der Gegner erkennen und dem er zuvorkommen könnte. Am besten verwirklicht wird das durch statistische Wahl der nicht determinierbaren Koordinaten.

2

Das gelingt durch Steuerung nach einem Zufallsprinzip. Da bei jedem Suchvorgang auch determinierte Größen berücksichtigt werden, ist ihm insgesamt ein teilstatistisches, ein stochastisches Modell zugrundezulegen - ein System, das Zufallszahlen liefert, durch die die freien Koordinaten der Fixationen festgelegt werden.

Die Übertragung dieses Bildes auf die kreative Phantasie ist einfach. Sie hat die Aufgabe, neue Begriffskombinationen herzustellen, die auf ihre Brauchbarkeit für die Problemlösung geprüft werden. Im Unterschied zur Assoziation, die Begriffe kombiniert, für die die Erfahrung hohe Wahrscheinlichkeit für gemeinsames Auftreten ermittelt hat, zielt sie auf unwahrscheinliche Kombinationen. Das gelingt am ehesten, wenn die Adressen der tastend fixierten Speicherplätze ohne System, also nach dem Zufall, bestimmt werden.

Durch stochastische Vorgänge wird Information erzeugt. (Ob sie 'wertvolle', also für die Problemlösung brauchbare Information ist, erweist erst die nachfolgende Kontrolle.) Die pro Zeiteinheit ausgegebene Information in bit pro Sekunde ist also ein Maß der Kreativität (wodurch dieser Ausdruck als sinnvoll bestätigt wird).

3

Für die Kreativität des menschlichen Denkens ergibt sich aus der Informationspsychologie eine obere Grenze: Die Ausgabe aus dem Reflexionsspeicher (Be-

wußtsein) kann nicht größer als die aus Sinnesorganen und Gedächtnis zufließende Eingabe sein, für deren Zuflußkapazität ungefähr 16 bit/s gelten (Frank, 1959). In Wirklichkeit ist die Ausgabekapazität der kreativen Information aber weiter eingeschränkt. Für die menschliche Sprache wurden etwa 8 bit/s gemessen (Miller, 1957).

Es gibt Anzeichen dafür, daß eine zeitweise Umstellung von assoziativem auf kreatives Denken, auch ´freie Assoziation´ genannt, erfolgen kann (Shevrin, 1966). Dazu ist eine Lösnng von Kontrollinstanzen nötig, was besonders im Traum, unter Drogeneinfluß und in ähnlichen Zuständen deutlich wird. Die Annahme der Beteiligung stochastischer Prozesse am Denken liefert somit auch eine Modellvorstellung für den Traum.

Gelegenheit zur Beobachtung kreativer Denkleistungen gibt die produktiv-künstlerische Leistung, besonders, wenn sie sich vor dem Publikum vollzieht und deshalb dazu tendieren muß, die kreative Fähigkeit voll auszuschöpfen. Ein Beispiel dafür ist die Improvisation, der somit als Training der kreativen Fähigkeiten besondere pädagogische Bedeutung zukommt. In der Musik wird sie vielfach ausgeübt, aber auch in Malerei (psychischer Expressionismus) und Theater (Stegreifspiel) sind Beispiele bekannt.
Es liegt nahe, auch die freie Rede als Improvisation und somit als kreativen Prozeß aufzufassen. Bei der Wahl der tragenden Begriffe dürften Suchprozesse mit nachgeschalteten Kontrollen eine Rolle spielen. Es scheint, daß zwar das semantische Feld des gesuchten Begriffs angesteuert wird, daß dabei aber das Ergebnis statistisch moduliert wird, wodurch immer wieder neue, meist triviale, gelegentlich auch treffende und originelle Wendungen entstehen können. Es ist zu erwägen, ob es am kreativen Charakter der Sprache liegt, daß die rein deterministischen linguistischen Theorien zu keinem Abschluß gefunden haben.

3.1
Die Frage nach dem materiellen Träger der statistischen Verhaltenskomponente ist notwendigerweise mit der biologischen Evolution verbunden. Als miniaturisierte Systeme sind Lebewesen und insbesondere ihre Nervenschaltungen naturgemäß störungsbehaftet. Auch Störungen sind informationserzeugende Prozesse, wobei die entstandene Information normalerweise eine ´wertlose´ ist, da sie nützliche logisch-determinierte Abläufe unterbricht. Im Laufe der Evolution mögen gelegentlich durch Mutationen störanfällige Zentren an Stellen entstanden sein, wo sich die durch sie gebotene Information und das damit erreichte flexiblere Verhalten als nützlich erwies. Durch Auslesevorgänge könnten sich solche Anlagen vererbt und weiterentwickelt haben.

Das Prinzip der Evolution mit Mutation und Auslese entspricht übrigens jenem von kreativem Einfall und Bewährungskontrolle. Es wäre zu verwundern, wenn die Natur von der informationserzeugenden Potenz der Zufallsprozesse nur im Bereich sozialer Systeme Gebrauch gemacht hätte.

4

Eine objektivierte Funktion läßt sich an Maschinen delegieren. Das stochastische Modell der Kreativität weist den Weg zu einem nicht-klassischen, informationserzeugenden Maschinentyp. Einfache Vertreter solcher Maschinen - Zufallsgeneratoren - stehen nichtsdestoweniger schon längst im praktischen Einsatz; Spielwürfel und Rouletterad sind Beispiele dafür. Um den Automaten mit konstruktiver Phantasie zu erhalten, bedarf es der Kombination eines Zufallsgenerators mit einem nachgeschalteten logischen Auslesesystem. Auch derartige Automaten stehen vereinzelt schon im Gebrauch - bei der Simulation von Lebensvorgängen und im Dienste der mit Computern generierten Musik, Grafik und Poesie; der Einsatz von Zufallsgeneratoren ist in diesem Zusammenhang als ´Monte-Carlo-Methode´ bekannt geworden.

Das stochastische Modell der Kreativität wie auch die bisherigen Anwendungen in der Computerkunst machen die Bedeutung der kreativen Leistung klar, zeigen aber auch, daß sie erst durch das Zusammenwirken mit einer Kontrollinstanz zu den höchsten Denkleistungen führt.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H. — Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendung auf die mime pure; Dissertation, Technische Hochschule Stuttgart, 1959

Miller, G.A. — zitiert nach: P.R. Hofstätter, Psychologie; Fischer Bücherei, Frankfurt/M., 1957

Shevrin, H. — zitiert nach: Science News Letter 89:135, 1966

Eine ähnliche Auffassung des induktiven Denkens als informationserzeugender Prozeß findet sich bei:

Stachowiak, H. — Denken und Erkennen im kybernetischen Modell, Springer-Verlag, Wien, 1965

Eingegangen am 23. April 1968

Anschrift des Verfassers:
Dr. Herbert W. Franke, 8024 Kreuzpullach, Jagdhaus

KYBERNETIK ALS TECHNIK DES LEBENDIGEN

von Felix von Cube, Berlin

Maser (1968) hat den dynamischen Aspekt der Kybernetik, den einige Autoren - z.B. Klaus (1961), Flechtner (1967), Frank (1966) u.a. - schon seit längerem als das Charakteristische der Kybernetik herausgestellt haben, aufgegriffen und systematisch erweitert. Die interessanten Überlegungen Masers können indessen - ohne daß dabei ein Widerspruch entstünde - noch unter einem anderen Aspekt gesehen werden: unter dem Aspekt der Kybernetik als Technik des Lebendigen.

Maser kennzeichnet den klassischen Begriff der Wissenschaft als einen statischen, "der als solcher abgeschlossene oder zumindest prinzipiell abschließbare vollständige Systeme ins Auge faßt" (S. 109). Ein solcher Wissenschaftsbegriff beschreibt die Welt als etwas "Abgeschlossenes", "Begrenztes", "Fertiges"; ihm liegt eine statische Weltauffassung zugrunde, die auf Parmenides zurückgeht.

Nach Maser genügt der heutigen Forschung diese Weltauffassung nicht mehr, sie wird durch eine dynamische Sichtweise ersetzt, die einen entsprechenden Wissenschaftsbegriff erforderlich macht. Eine solche dynamische Konzeption von Wissenschaft sieht Maser in der Kybernetik verwirklicht; im einzelnen schreibt er dazu folgendes (1968, S. 109):

"Diesen klassischen, statischen Wissenschaften oder diesen Wissenschaften vom Parmenidesschen Typ treten nun in der heutigen Forschung auf ganzer Breite die transklassischen, kybernetischen oder dynamischen Wissenschaften oder die Wissenschaften vom Heraklitschen Typ (panta rhei = alles fließt) entgegen, in denen eine dynamische, eine offene Vorstellung der Welt zugrundeliegt: Die Welt besteht nicht aus Seiendem, aus Abgeschlossenem, aus Fertigem, sondern aus Werdendem, aus sich Veränderndem, aus Offenem, aus Prozessen. Nicht wie die Welt ist, sondern wie sie funktioniert, und wie sie als Funktionierende beherrschbar ist, das ist in den heutigen Wissenschaften von Interesse. Die kybernetischen oder dynamischen Wissenschaften versuchen, eine adäquate Beschreibung einer funktionalen, prozessualen, werdenden Welt zu geben, um diese dadurch zu verstehen, nachzuahmen und zu beherrschen ... Der Übergang von den klassischen zu den transklassischen Wissenschaften besteht demnach in dem Übergang von einer statischen zu einer dynamischen Auffassung der Welt."

Zweifellos hat Maser recht, wenn er die Kybernetik als transklassische, eine dynamische Welt beschreibende Wissenschaft bezeichnet; m.E. beschreibt die Kybernetik jedoch nur einen bestimmten Teilbereich der dynamischen Welt: den Bereich des originär Lebendigen.

Sehen wir uns zunächst die Grundbegriffe der Kybernetik an! Steuerung, Regelung, Information etc. sind ganz eindeutig Begriffe, die aus dem Bereich des Lebendigen stammen und zur Beschreibung organischer Prozesse dienen. Steuerungs- und Regelungsprozesse (zur Aufrechterhaltung bestimmter Zustände oder zur Erreichung von Zielen) existieren - abgesehen von den jetzt vorliegenden technischen Konstruktionen - nur im Bereich des Organischen. Der Begriff der Information hat letztlich nur Sinn, wenn ein Empfänger existiert, für den die physikalischen Signale tatsächlich auch Information (im umgangssprachlichen Sinne) bedeuten.

So handelt es sich also bei Steuerung, Regelung oder Information zwar einerseits um etwas Dynamisches, andererseits aber um originäre Prozesse des Lebendigen. Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre beschreibt auch einen dynamischen Prozeß; zu dieser Beschreibung braucht indessen das System der klassischen Wissenschaften nicht überschritten zu werden. Kybernetik taucht erst in Verbindung mit der organischen Welt auf - ein Sachverhalt, den bereits Wiener deutlich hervorgehoben hat.

Betrachtet man die seit Wiener vorgenommenen Erweiterungen des Begriffs Kybernetik, so wird man feststellen, daß sie sich alle im Bereich des Lebendigen bewegen: in den Disziplinen Psychologie, Soziologie, Pädagogik, Ästhetik etc.

Ein weiterer Aspekt wird damit deutlich: Die Kybernetik ist einmal die Wissenschaft, die Lebendiges beschreibt (und damit natürlich auch dynamische Prozesse) und sie ist die Technik, die Lebendiges simuliert. Die bisherige, traditionelle Technik beruht auf der Kenntnis und Nutzung der unbelebten Natur, die transklassische Technik der Kybernetik auf der Kenntnis organischer Strukturen und Funktionen: Thermostat und Computer haben ein funktionales Analogon im Organischen; lernende Automaten sind dem organischen Prozeß des Lernens nachgebaut.

(Betrachtet man die Entwicklung der Kybernetik historisch, so wird man sagen können, daß der Mensch schon immer bestrebt war, auch Lebendiges technisch nachzuahmen oder neu zu konstruieren. Daß es lange nicht gelungen ist, Funktionen des Lebendigen wirkungsvoll zu realisieren, lag sicher nicht an der mangelnden Absicht, sondern an den unzureichenden Mitteln.)

Denkt man noch an die Erweiterung der Technik, die sich aus der Anwendung quantitativer Methoden in Human- und Sozialwissenschaften ergibt, so lassen sich insgesamt drei Aspekte der Kybernetik als Technik des Lebendigen unterscheiden: Beschreibung des Lebendigen durch kybernetische Modelle (z.B. den Regelkreis), maschinelle Nachahmung organischer Funktionen (z.B. lernende Automaten), Human- und Soziotechniken, die der Erreichung bestimmter Ziele dienen.

Unter den genannten Gesichtspunkten führt die häufig gestellte Frage nach den prinzipiellen Möglichkeiten und Grenzen der Kybernetik zu folgender Überlegung:

Charakteristisch für das Lebendige sind (in dem untersuchten Zusammenhang) drei Sachverhalte: einmal die Aufrechterhaltung und Optimierung bestimmter Zustände (das kann die Kybernetik bereits mit Erfolg simulieren), zum zweiten die Erreichung von Zielen (das scheint die Kybernetik prinzipiell realisieren zu können) und schließlich die Tatsache, daß überhaupt irgendwelche Ziele aufgestellt werden. Hier sind wir an einem entscheidenden Punkt angelangt: Die Setzung von Zielen (Glück, Macht, Prestige etc.) ist kein rationaler Vorgang.

Eine Maschine, die mit den gegenwärtigen Mitteln der Kybernetik gebaut ist, wird also immer nur gesetzte Ziele erreichen können (z.B. beim Schachspiel zu siegen), selbst aber keine Ziele setzen. Insofern ist also der Mensch nicht, wie Maser sagt, "der Lotse der Welt" (diese Funktion kann prinzipiell von der Kybernetik übernommen werden), er ist vielmehr der Kapitän der Welt. Diese Auffassung steht im Einklang mit der von A. Ducrocq (1959) geäußerten, nach der das Programm der Kybernetik darin besteht, "uns systematisch zur Erreichung jedes beliebigen Zieles zu befähigen".

Die Tätigkeit des Ziele-Setzens ist offenbar an emotionale oder, physiologisch gesprochen, hormonale Bedingungen geknüpft. Gelänge es, diesen Bereich des Lebendigen exakt zu erforschen und technisch zu simulieren, könnten evtl. auch zielsetzende Maschinen konstruiert werden. Dann allerdings ließe sich die Unterscheidung von belebter und unbelebter Natur in funktionaler Hinsicht nicht mehr treffen und Maser hätte wieder recht, wenn er den gesamten dynamischen Aspekt der Welt als Kybernetik bezeichnete.

Schrifttumsverzeichnis

Ducrocq, A. Die Entdeckung der Kybernetik. Frankf./M. 1959
Flechtner, H.-J. Grundbegriffe der Kybernetik. Stuttgart 1967
Frank, H. Kybernetik und Philosophie. Berlin 1966
Klaus, G. Kybernetik in philosophischer Sicht. Berlin 1961
Maser, S. Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Kybernetik. IBM-Nachrichten 188, April 1968

Eingegangen am 27. Juni 1968

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. Felix von Cube, 1 Berlin 41, Odenwaldstr. 26

HAT DAS BEWUSSTSEIN EINE AUFGABE?

von Hans-Werner Klement, Bad Homburg

Die Beantwortung der Frage, ob es ein Bewußtsein gibt, das zwar dem Menschen, nicht aber einem künstlichen kybernetischen System eignet, ist vom Standpunkt des Kybernetikers aus nicht selbstverständlich. Helmar Frank (1966) z.B. sieht hierin eine Definitionsfrage. Es erscheint deshalb als sinnvoll, zu untersuchen, welchen Zweck die Natur bei der Schaffung von Bewußtsein verfolgt haben könnte. Dean E. Wooldridge (1963) schreibt hierzu: "Das relativ seltene Auftreten der Bedingungen für Bewußtseinszustände kann mit deren relativer Bedeutungslosigkeit verglichen werden. Bisher fand man noch keinen Verwendungszweck für das Bewußtsein, das einen kleinen Bruchteil der Seelentätigkeit einiger weniger Arten von höheren Tieren erhellt. Es ist nicht sicher, ob das Verhalten irgendeines Individuums oder der Lauf der Weltgeschichte irgendwie beeinflußt worden wäre, wenn es kein Bewußtsein gäbe." - Ob man wirklich von der Bedeutungslosigkeit des Bewußtseins, insbesondere für die Geistesgeschichte des Menschen, sprechen kann, soll im folgenden untersucht werden.

Gerhard Frey (1965 a, b) hat die Frage behandelt, ob es möglich sei, einen Automaten zu bauen, dessen Maschinensprache die Umgangssprache ist. Er verneint diese Frage mit folgender Begründung: Um einen Automaten bauen zu können, müssen wir seine Sprache beschreiben. Eine Sprache kann aber nicht mit den eigenen sprachlichen Mitteln definiert und beschrieben werden. Ihre syntaktischen und semantischen Funktionen bedürfen der Beschreibung in einer an sprachlichen Mitteln reicheren Meta-Sprache. Da wir keine Meta-Sprache zur Umgangssprache kennen, können wir diese nicht in einer Meta-Sprache beschreiben. Wir können somit auch nicht die Voraussetzungen für den Bau eines Automaten schaffen, dessen Maschinensprache die Umgangssprache ist. Maschinensprache kann deshalb nur eine formale Sprache sein, die z.B. in der Umgangssprache definiert und beschrieben wird.

Anknüpfend an die Überlegung von Frey kann man nun sagen: Voraussetzung für die Konstruktion eines Automaten ist die Existenz einer Maschinensprache und damit der Sprache überhaupt. Das menschliche Gehirn dagegen ist ein Produkt der Evolution, in deren Verlauf es nicht etwa nur die Fähigkeit erlangt hat, eine gegebene Sprache zu erlernen. Es hat vielmehr die Fähigkeit erlangt, die Umgangssprache zu bilden. Konstruktion eines Automaten und Evolution des Gehirns unterscheiden sich also voneinander in fundamentaler Weise: Bei der Konstruktion des Automaten ist die Existenz der Sprache Voraussetzung für die Entstehung des Systems, bei der Evolution des Gehirns aber war die Existenz des Systems Voraussetzung für die Entstehung der Sprache.

Das menschliche Gehirn muß demnach über ein vor-sprachliches Denksystem verfügen, das ihm erlaubt hat, Syntax und Semantik der Umgangssprache zu bilden: Ein Meta-System der Umgangssprachen, reicher an begrifflichen Mitteln, aber unbestimmter als die Umgangssprachen. Der Verfasser möchte die These aufstellen, daß die Eingabe von Information in Form von "erlebter" Wahrnehmung ein wesentlicher Bestandteil dieses Systems ist, wesentlich vor allem für die Bildung der Sprache durch das System. Der Begriff der erlebten Wahrnehmung wird dabei im Sinne der Ganzheitspsychologie gebraucht. Er umfaßt das bewußte Erleben der Wahrnehmung einschließlich ihrer gefühlsbetonten Seiten und des Schmerzes, der als Extremwert einer Wahrnehmung betrachtet werden kann.

Benjamin Lee Whorf (1941) schrieb über die Beziehungen zwischen Bewußtsein und Sprache:"Meine eigenen Forschungen lassen mich annehmen, Sprache sei, so königlich auch ihre Rolle ist, gewissermaßen nur ein oberflächliches Muster tiefer Bewußtseinsprozesse, welche die Bedingung aller Kommunikation, alles Signalisierens und aller Symbolisierungen sind und nötigenfalls auch ohne Sprache und Symbolismen in Kommunikation treten (wenngleich keine eigentliche Übereinkunft erreichen) können." - Unsere These stimmt mit der Annahme von Whorf überein hinsichtlich der Existenz nicht-sprachlicher bzw. vor-sprachlicher Bewußtseinsprozesse und hinsichtlich ihrer Bedeutung als Voraussetzung für sprachliche Kommunikation. Auch der Annahme, daß diese Bewußtseinsprozesse nicht-sprachliche bzw. vor-sprachliche Kommunikation ermöglichen, können wir uns anschließen, soweit damit Kommunikation mittels Gebärden oder Lauten gemeint ist, deren Bedeutung erlernt werden muß. Kommunikation mittels angeborener Signale und Auslösemechanismen setzt dagegen nicht Bewußtsein, sondern nur die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen eigenen und fremden Signalen, d.h. die Wirksamkeit des Reafferenzprinzips als einer Komponente des Bewußtseins voraus.

Dennis Gabor (1962) steht auf dem Standpunkt, daß sprachliche Kommunikation kein Bewußtsein voraussetze, während Kommunikation mittels nicht-sprachlicher Hinweise nur bei Vorhandensein von Bewußtsein möglich sei. Übereinstimmung mit unserer These besteht wiederum hinsichtlich der Existenz vor-sprachlicher bzw. nicht-sprachlicher Bewußtseinsprozesse und ihrer Relevanz im Zusammenhang mit der Kommunikation, wobei auch hier das oben hinsichtlich der Kommunikation mittels angeborener Signale und Auslösemechanismen Gesagte gilt. Übereinstimmung besteht auch hinsichtlich der Auffassung, daß sprachliche Kommunikation kein Bewußtsein voraussetze, soweit es dabei um die Kommunikation von Automaten in vorgegebenen Sprachen geht. Hierzu ist kein dem des Menschen vergleichbares Bewußtsein erforderlich. Für die Bildung einer Sprache durch den Automaten aber wäre solches Bewußtsein - und verbunden damit wahrscheinlich auch vor-sprachliche Kommunikation - Voraussetzung.

Zusammenfassend gelangen wir zu der Vorstellung, daß die Kommunikation von Lebewesen im Zuge der Evolution folgende Phasen durchlaufen hat:

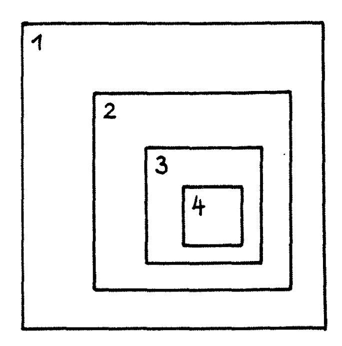
1. Kommunikation mittels angeborener Signale und Auslösemechanismen, verbunden mit der Wirksamkeit des Reafferenzprinzips.

2. Vor-sprachliche Kommunikation mittels Gebärden und Lauten, deren Bedeutung erlernt werden muß, verbunden mit erlebter Wahrnehmung und vor-sprachlichem Denken; Phase der Sprachbildung beim Menschen.

3. Kommunikation mittels Umgangssprachen, verbunden mit der Möglichkeit zum reflexiven Denken als höchster Stufe des Bewußtseins.

4. Kommunikation mittels formaler Sprachen.

Um ganz deutlich zu machen, wie die hier vertretene These verstanden sein soll, sei mit allen Vorbehalten, die solchen Schemata gegenüber angebracht sind, folgende Darstellung gegeben:



In dieser Abbildung sollen bedeuten:

das von Quadrat 1 umschlossene Gebiet die "Wirklichkeit";

das von Quadrat 2 umschlossene Gebiet den Ausschnitt der Wirklichkeit, der erlebter Wahrnehmung zugänglich ist, und auf den sich vor-sprachliches Denken bezieht;

das von Quadrat 3 umschlossene Gebiet den Ausschnitt der erlebten Wahrnehmung, auf den sich sprachliches Denken und Kommunikation in Umgangssprachen beziehen;

das von Quadrat 4 umschlossene Gebiet den Ausschnitt hieraus, auf den sich Denken und Kommunikation in Formalsprachen beziehen.

Der einbezogene Ausschnitt der Wirklichkeit wird von 1 nach 4 kleiner, wobei der Grad der Abstraktion steigt. Die Grenzen von 2, 3 und 4 können sich selbstverständlich verschieben, indem z. B. neue Instrumente zu neuen Wahrnehmungen verhelfen oder neue Bereiche des Erlebens sprachlichen Ausdruck finden.

Aufgrund unserer These stellt sich die Frage, wie denn erlebte Wahrnehmung als eine Komponente des Bewußtseins erzeugt werden könne. Nach dem oben Gesagten ist es vielleicht prinzipiell unmöglich, mit unseren sprachlichen Mitteln hierüber eine Theorie aufzustellen. Immerhin aber gibt uns die Neurophysiologie den Hinweis, daß wesentliche Zusammenhänge zwischen der Entwicklung des Thalamus im Zentralnervensystem der Wirbeltiere einerseits und Bewußtseinsprozessen, Gefühl und Schmerz andererseits bestehen. Man weiß z. B., daß bestimmte afferente Bahnen, wie etwa die optischen Bahnen, bei niederen Wirbeltieren im Mittelhirn enden, während sie bei höheren Wirbeltieren zu dem im Laufe der Evolution weiterentwickelten Thalamus geführt, dort umgeschaltet und zum Großhirn weitergeleitet werden. Es liegt die Vermutung nahe, daß das Erlebnis der betreffenden Wahrnehmung jeweils mit diesem Entwicklungsschritt einsetzt.

Folgt man diesen Überlegungen, so kommt man zu dem Schluß, daß die Existenz eines Bewußtseins, das dem Menschen und in weniger vervollkommneter Form auch anderen Lebewesen eignet, nicht aber künstlichen kybernetischen Systemen, zumindest so lange zu bejahen ist, wie es keine künstlichen Systeme gibt, die selbständig eine vom Erbauer nicht definierte und beschriebene Sprache entwickeln können. Die Existenz von künstlichen Systemen, die Information in einer vorgegebenen Sprache verarbeiten können, ist kein Gegenbeweis. Sie beweist nur, daß es möglich ist, einzelne Bauelemente des Bewußtseins künstlich zu erzeugen. Auch das vom Verfasser (1967) beschriebene, dem Reafferenzprinzip entsprechende künstliche System, das zwischen eigenen und fremden Signalen unterscheiden kann, ist ein Bauelement künstlichen Bewußtseins, wie das Reafferenzprinzip als Bauelement natürlichen Bewußtseins zu betrachten ist. Dieses Prinzip findet bereits bei primitiven Lebewesen Verwendung und macht mit der Unterscheidung des Lebewesens zwischen sich selbst und der Außenwelt sinnvolle Reaktionen auf die Außenwelt möglich. Wir können ein solches Bauelement künstlich erzeugen, z. B. um Kommunikation zwischen Automaten zu ermöglichen, deren Eingänge neben fremden Signalen auch die eigenen Signale empfangen. Volles künstliches Bewußtsein aber können wir nicht erzeugen, denn es fehlt uns insbesondere ein Bauelement, das Wahrnehmungen erleben kann.

Wenn unsere Feststellungen richtig sind, kann von einer relativen Bedeutungslosigkeit des Bewußtseins selbst dann keine Rede sein, wenn es prinzipiell mög-

lich sein sollte, Bewußtsein künstlich zu erzeugen. Vielmehr muß man zu dem Schluß kommen, daß es ohne Bewußtsein keine Geistesgeschichte des Menschen geben würde.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, Helmar	Kybernetik und Philosophie Duncker und Humblot, Berlin 1966
Frey, Gerhard	Erkenntnis der Wirklichkeit W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz 1965 a
Frey, Gerhard	Sprache - Ausdruck des Bewußtseins W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1965 b
Gabor, Dennis	The Dimensions of Consciousness, 1962, abgehandelt in H. J. Flechtner, Grundbegriffe der Kybernetik, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 1966, S. 123
Klement, Hans-Werner	Reafferenzprinzip und Bewußtsein GrKG 8/2, 1967
Whorf, Benjamin Lee	Sprachen und Logik, 1941 Deutsche Übersetzung in Sprache, Denken, Wirklichkeit, 3. Auflage, Rowohlt-Verlag, Reinbek, S. 39
Wooldridge, Dean E.	Mechanik der Gehirnvorgänge R. Oldenbourg, Wien/München 1967, S. 301 (Originalausgabe: The Machinery of the Brain, 1963)

Eingegangen am 8. Februar 1968

Anschrift des Verfassers:
Dr. Hans-Werner Klement, 638 Bad Homburg, Theodor-Storm-Str. 27

Richtlinien für die Manuskriptabfassung.

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.
Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen und wenn möglich, zur Vermeidung von Druckfehlern, das Manuskript in Proportionalschrift mit Randausgleich als fertige Photodruckvorlage einzusenden.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden). Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a“, „b“ etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a“ etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Nachdruck, auch auszugsweise oder Verwertung der Artikel in jeglicher, auch abgeänderter Form ist nur mit Angabe des Autors, der Zeitschrift und des Verlages gestattet. Wiedergaberechte vergibt der Verlag.

Forme des manuscrits.

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.
En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne peuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand et si possible, pour éviter des fautes d'impression, de fournir le manuscript comme original de l'impression phototechnique, c'est-à-dire tapé avec une machine aux caractères standard et avec marges étroites.
La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doît être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la révue, le tome, les pages (p.ex. p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; le titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complèté par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

La citation dans cette revue des noms enregistrés des marchandises etc., même sans marque distinctive, ne signifie pas, que ces noms soient libres au sens du droit commercial et donc utilisables par tout le monde.

La reproduction des articles ou des passages de ceux-ci ou leur utilisation même après modification est autorisée seulement si l'on cite l'auteur, la revue et l'éditeur. Droits de reproduction réservés à l'éditeur.

Form of Manuscript.

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.
Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed.
If manuscripts are not written in German, a German summary is requested. If possible these manuscripts should be written as original for phototechnical printing, i. e. typed with proportional types and with straight-line margin.
Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.

The utilization of trade marks etc. in this periodical does not mean, even if there is no indication, that these names are free and that their use is allowed to everybody.

Reprint of articles or parts of articles is allowed only if author, periodical and publisher are cited. Copyright: Verlag Schnelle, Quickborn in Holstein (Germany).